

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
9. September 2005 (09.09.2005)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2005/082694 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: **B60T 8/32**,
8/88, 13/74
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2005/001871
(22) Internationales Anmeldedatum:
23. Februar 2005 (23.02.2005)
(25) Einreichungssprache: Deutsch
(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch
(30) Angaben zur Priorität:
10 2004 009 469.1
27. Februar 2004 (27.02.2004) DE

(72) Erfinder; und
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **FREY, Gerhard**
[DE/DE]; Raunswiesenweg 12, D-73733 Esslin-
gen (DE). **GEHRING, Ottmar** [DE/DE]; Kelter-
strasse 45, 71394 Kernen (DE). **HEILMANN, Harro**
[DE/DE]; Helene-Lange-Strasse 40, 73760 Ostfildern
(DE). **SCHWARZHAUPT, Andreas** [DE/DE]; Lin-
denbergstrasse 30, 76829 Landau (DE). **SPIEGEL-
BERG, Gernot** [DE/DE]; Blossenbergstrasse 44, 71296
Heimsheim (DE). **SULZMANN, Armin** [DE/DE];
Plankstadter Strasse 18, 68723 Oftersheim (DE).

(74) Anwälte: **BERGHOLD, Klaus** usw.; DaimlerChrysler
AG, Intellectual Property Management, IPM-C106, 70546
Stuttgart (DE).

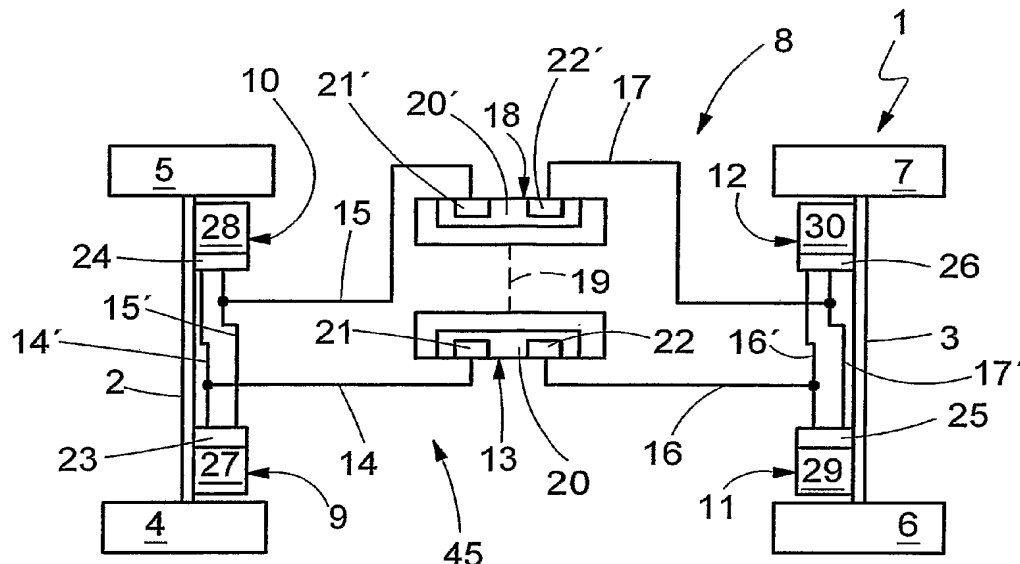
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **DAIMLERCHRYSLER AG** [DE/DE]; Epplestrasse
225, 70567 Stuttgart (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL,

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: REDUNDANT BRAKE CONTROL SYSTEM FOR A VEHICLE

(54) Bezeichnung: REDUNDANTES BREMSSTEUERUNGSSYSTEM FÜR EIN FAHRZEUG



(57) Abstract: The invention relates to a brake control system (45) for a vehicle, especially a utility vehicle, which comprises a service brake (8) for breaking the wheels (4 to 7) of the vehicle. The aim of the invention is to increase the operational safety of a service brake of the aforementioned kind. For this purpose, the service brake (8) is equipped with an electronically controlled brake unit (9 to 12) for every wheel (4 to 7) for actuating the brake of the respective wheel (4 to 7). Two redundantly switched central control devices (13) are interlinked with the brake units (9 to 12) via control lines (14 to 17) in such a manner as to control the brake units (9 to 12) independently of each other.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2005/082694 A1



AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

(84) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,

Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bremssteuerungssystem (45) für ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug, und eine Betriebsbremse (8) zum Abbremsen der Räder (4 bis 7) des Fahrzeugs (1). Zur Erhöhung der Betriebssicherheit ist die Betriebsbremse (8) für jedes Rad (4 bis 7) mit einem elektronisch ansteuerbaren Bremsaggregat (9 bis 12) zur Bremsbetätigung des jeweiligen Rads (4 bis 7) ausgestattet, wobei zwei redundant geschaltete zentrale Steuereinrichtungen (13) vorgesehen ist, die über Steuerleitungen (14 bis 17) mit den Bremsaggregaten (9 bis 12) so verbunden ist, dass sie die Bremsaggregate (9 bis 12) unabhängig voneinander ansteuern können.

Redundantes Bremssteuerungssystem für ein Fahrzeug

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Bremssteuerungssystem für ein Fahrzeug, insbesondere ein Nutzfahrzeug, wobei das Fahrzeug wenigstens eine Vorderachse mit zumindest einem linken Vorderrad und zumindest einem rechten Vorderrad sowie wenigstens eine Hinterachse mit zumindest einem linken Hinterrad und zumindest einem rechten Hinterrad aufweist, wobei das Bremssteuerungssystem eine Betriebsbremse zum Abbremsen der Räder des Fahrzeugs umfasst.

Aus der DE 100 32 179 A1 ist ein Fahrzeug mit einem Steuerungssystem bekannt, das mit einem elektronisch ansteuerbaren Antriebsstrang arbeitet, der zumindest eine Lenkungsanlage und ein Antriebsaggregat des Fahrzeugs umfasst. Das bekannte Steuerungssystem besitzt eine Eingabeebene mit Einrichtungen zum Eingeben kontinuierlicher Vorgaben eines Fahrers und zum Umsetzen der Vorgabe in Sollwertsignale. Das Steuerungssystem umfasst außerdem eine Koordinationsebene zum Umsetzen der Sollwertsignale in Ansteuersignale, die von Aktuatoren des Antriebsstrangs umgesetzt werden. Mit anderen Worten, das Steuerungssystem besitzt eine Steuereinrichtung, die aus einem eingangsseitigen Bewegungsvektor ausgangssseitig Steuersignale zum Ansteuern des Antriebsstrangs generiert und die zur Übertragung der Steuersignale mit dem Antriebsstrang gekoppelt ist, der dann die Steuersignale zur Umsetzung des

Fahrerwunsches abarbeitet, sogenanntes „Drive-by-Wire-System“ oder „X-by-Wire-System“.

Aus der DE 100 46 832 A1 ist ein anderes Steuerungssystem bekannt, das zum Steuern eines mit einem elektronisch ansteuerbaren Antriebsstrang ausgestatteten Fahrzeugs geeignet ist. In einer Speichereinrichtung werden die Fahrdynamik betreffende Fahrzeugdaten, Zeitdaten, Positionsdaten, fahrerseitige Betätigungssignale und von einer Steuereinrichtung erzeugte Ansteuersignale für den Antriebsstrang gespeichert. Ein derartiges Steuerungssystem ermöglicht eine verbesserte Unfallanalyse.

Bei heutigen Fahrzeugen wird die Betriebsbremse mit Hilfe hydraulischer Bremsaktuatoren realisiert, die den einzelnen Fahrzeugrädern zugeordnet sind. Zur Erhöhung der Fahrzeugsicherheit wird dabei in der Regel ein Zwei-Kreis-System ausgebildet, bei dem zwei voneinander unabhängige Hydraulikkreise vorgesehen sind, von denen der eine zur Betätigung der der Hinterachse zugeordneten Bremsaktuatoren dient, während der andere zur Betätigung der der Vorderachse zugeordneten Bremsaktuatoren dient. Bei dieser Bauweise sind die der selben Achse zugeordneten Bremsaktuatoren über den gemeinsamen Hydraulikkreis miteinander gekoppelt. Diese Kopplung führt dazu, dass bei einem Ausfall des einen Hydraulikkreises stets alle in diesen Hydraulikkreis eingebundenen Bremsaktuatoren ausfallen.

Hier setzt die vorliegende Erfindung an. Die Erfindung beschäftigt sich mit dem Problem, für ein Fahrzeug der eingangs genannten Art eine verbesserte Ausführungsform anzugeben, die insbesondere eine erhöhte Sicherheit bietet.

Dieses Problem wird erfindungsgemäß durch den Gegenstand des unabhängigen Anspruchs gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

Die Erfindung beruht auf dem allgemeinen Gedanken, die Betriebsbremse mit den einzelnen Rädern zugeordneten elektronisch ansteuerbaren Bremsaggregaten auszustatten, die von zwei zentralen, redundant geschalteten Steuereinrichtungen der Betriebsbremse unabhängig voneinander ansteuerbar sind. Auf diese Weise kann zum Beispiel ein Vier-Kreis-System realisiert werden, ohne dass hierzu ein besonders hoher Aufwand erforderlich ist. Insbesondere müssen keine Hydraulikleitungen verlegt werden, da die zur Betätigung der Bremsaggregate verwendeten Steuerleitungen lediglich zur Übertragung elektrischer Steuersignale geeignet sein müssen und somit erheblich preiswerter sind als Hydraulikleitungen. Dabei sind die elektrischen Steuerleitungen nicht nur in der Anschaffung preiswerter als Hydraulikleitungen, sondern benötigen auch einen reduzierten Verlegeaufwand. Mit Hilfe der zweiten zentralen Steuereinrichtung wird ein redundantes Bremssteuersystem geschaffen, mit dessen Hilfe die Ausfallsicherheit der Bremsanlage erheblich verbessert werden kann. Dabei sind die beiden Steuereinrichtungen mit den einzelnen Bremsaggregaten so verschaltet, dass beide Steuereinrichtungen permanent parallel arbeiten und einander bei einem Ausfall unverzüglich vollständig ersetzen können. Gleichzeitig ermöglicht die erfindungsgemäße Leitungslegung einen reduzierten Aufwand an Leitungsmaterial und Verlegungsarbeit.

Weitere wichtige Merkmale und Vorteile der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen, aus den Zeichnungen und aus der zugehörigen Figurenbeschreibung anhand der Zeichnungen.

Es versteht sich, dass die vorstehend genannten und die nachstehend noch zu erläuternden Merkmale nicht nur in der jeweils angegebenen Kombination, sondern auch in anderen Kombinationen oder in Alleinstellung verwendbar sind, ohne den Rahmen der vorliegenden Erfindung zu verlassen.

Bevorzugte Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in den Zeichnungen dargestellt und werden in der nachfolgenden Beschreibung näher erläutert, wobei sich gleiche Bezugszeichen auf gleiche oder funktional gleiche oder ähnliche Bauteile beziehen.

Es zeigen, jeweils schematisch,

Fig. 1 bis 7 stark vereinfachte Prinzipdarstellungen eines Fahrzeugs mit einem erfindungsgemäßen Bremssteuerungssystem bei verschiedenen Ausführungsformen.

Entsprechend Fig. 1 umfasst ein nur teilweise dargestelltes Fahrzeug 1 wenigstens eine Vorderachse 2 und wenigstens eine Hinterachse 3. Die Vorderachse 2 besitzt bezüglich der Fahrtrichtung zumindest ein linkes Vorderrad 4 sowie wenigstens ein rechtes Vorderrad 5. In entsprechender Weise besitzt auch die Hinterachse 3 bezüglich der Fahrtrichtung zumindest ein linkes Hinterrad 6 sowie wenigstens ein rechtes Hinterrad 7. Es ist klar, dass bei einer anderen Ausführungsform das Fahrzeug 1 auch mehrere Hinterachsen 3 und insbesondere auch mehrere Vorderachsen 2 aufweisen kann. Des weiteren können zum Beispiel bei einer Hinterachse 3 die einzelnen Hinterräder 6, 7 als Doppelräder oder Zwillingräder ausgebildet sein.

Des weiteren ist das Fahrzeug 1 mit einer Betriebsbremse 8 ausgestattet, mit deren Hilfe das Fahrzeug 1 abgebremst werden kann, wobei die Betriebsbremse 8 zum Abbremsen der einzelnen Räder 4 bis 7 des Fahrzeugs 1 dient. Die Betriebsbremse 8 umfasst für jedes bremsbare Rad 4 bis 7 ein eigenes Bremsaggregat, nämlich ein vorderes linkes Bremsaggregat 9, ein vorderes rechtes Bremsaggregat 10, ein hinteres linkes Bremsaggregat 11 und ein hinteres rechtes Bremsaggregat 12. Die Bremsaggregate 9 bis 12 sind jeweils so ausgestaltet, dass sie elektronisch ansteuerbar sind. Beispielsweise handelt es sich bei den Bremsaggregaten 9 bis 12 um elektromechanische Bremsaggregate, die elektrische Energie in mechanische Bremsarbeit umsetzen. Beispielsweise besitzt eine derartige elektromechanische Bremse einen Elektromotor als Aktuator, der bei seiner Betätigung herkömmliche Bremsbacken mit einer herkömmlichen Bremsscheibe verpresst.

Die Betriebsbremse 8 bildet einen wesentlichen Bestandteil eines Bremssteuerungssystems 45, das außerdem mit einer ersten zentralen Steuereinrichtung 13 ausgestattet ist, die über wenigstens eine Steuerleitung mit den Bremsaggregaten 9 bis 12 verbunden ist. Die Anbindung bzw. Kopplung mit den Bremsaggregaten 9 bis 12 erfolgt dabei so, dass die erste zentrale Steuereinrichtung 13 die einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 unabhängig voneinander ansteuern kann. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 1 sind vier derartige Steuerleitungen 14, 15, 16, 17 vorgesehen.

Des Weiteren umfasst das Bremssteuerungssystem 45 eine zweite zentrale Steuereinrichtung 18, die redundant zur ersten zentralen Steuereinrichtung 13 geschaltet ist. Auf diese Weise kann die Betriebs- und Funktionssicherheit der Betriebsbremse 8 bzw. des Bremssteuerungssystems 45 verbessert werden, da bei einem Ausfall der ersten zentralen Steuereinrichtung 13

die zweite zentrale Steuereinrichtung 18 die erste zentrale Steuereinrichtung 13 hinreichend ersetzen kann. Das Fahrzeug 1 ist somit mit einem redundanten Bremssteuerungssystem 45 ausgestattet.

Bei den hier gezeigten Ausführungsformen ist die Betriebsbremse 8 als drahtgebundenes System ausgestaltet, also ohne mechanische oder hydraulische Zwangskopplung zwischen einem Bremskraftsollwertgeber, wie zum Beispiel ein Bremspedal, und den einzelnen Bremsaggregaten 9 bis 12. Vorzugweise handelt es sich hier also um ein sogenanntes „Break-by-Wire-System“, bei dem ein Bremsbefehl auf elektrischem Weg an die einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 weitergeleitet und dort umgesetzt wird. Dementsprechend handelt es sich bei den Steuerleitungen 14 bis 17 um elektrische Leitungen zur Übertragung elektrischer Signale, die zur Ansteuerung der einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 dienen.

Die elektronische Kopplung zwischen einer Eingangsebene des Bremssteuerungssystems 45, die durch einen Bremskraftsollwertgeber, zum Beispiel ein Bremspedal, gebildet ist, und einer Ausgangsebene des Bremssteuerungssystems 45, die durch die mit den Rädern 4 bis 7 zusammenwirkenden Bremsaggregate 9 bis 12 gebildet ist, ist bei der Erfindung vorzugsweise hierarchisch strukturiert. Hierzu ist zunächst ein Bremsmodulator 20 vorgesehen, der in Abhängigkeit von fahrdynamischen Vorgabewerten für jede Achse 2, 3 einen Achsbremsbefehl ermittelt. Die hierbei berücksichtigten fahrdynamischen Vorgabewerte können neben einem Sollwert für eine vom Fahrzeugführer gewünschte Fahrzeugverzögerung auch aktuelle Zustandsgrößen eines Stabilisierungssystems sein, wie zum Beispiel Lenkwinkel und/oder Querbefleunigung, die sich auf den jeweiligen Bremsvorgang auswirken können. Dem Bremsmodulator 20 ist dann für jede Achse 2, 3 ein Achsmodulator 21 bzw. 22 nachge-

schaltet. Jeder Achsmodulator 21, 22 ermittelt aus dem zugehörigen Achsbremsbefehl für jedes zugeordnete Rad 4 bis 7 einen Radbremsbefehl. Während sich die Achsbremsbefehle dadurch voneinander unterscheiden können, dass der Bremsmodulator 20 den einzelnen Achsen 2, 3 unterschiedliche Bremsmomente zuordnet, können sich die Radbremsbefehle innerhalb der jeweiligen Achse 2, 3 durch eine unterschiedliche Links-Rechts-Verteilung der erwünschten Bremskräfte voneinander unterscheiden.

Den einzelnen Achsmodulatoren 21, 22 sind nun für jedes Rad 4 bis 7 ein eigener Radmodulator 23 bis 26 nachgeordnet. Die Radmodulatoren 23 bis 26 ermitteln in Abhängigkeit der zugehörigen Radbremsbefehle Betätigungssignale zur Betätigung von Bremsaktuatoren 27 bis 30, die dem jeweiligen Bremsaggregat 9 bis 12 zugeordnet sind. Die Bremsaktuatoren 27 bis 30 setzen dann individuell den jeweiligen Radbremsbefehl um. Die verwendete Strukturierung ermöglicht es unter anderem, die einzelnen benötigten Radmodulatoren 20 bis 26 dezentral anzuordnen. Bei den Ausführungsformen der Fig. 1, 2, 6 und 7 sind beispielsweise die Radmodulatoren 23 bis 26 an den einzelnen Bremsaggregaten 9 bis 12 angeordnet bzw. in diese integriert. Im Unterschied dazu sind bei den Ausführungsformen der Fig. 1 und 2 die Achsmodulatoren 21, 22 in die erste Steuereinrichtung 13 bzw. in den Bremsmodulator 20 integriert. Ebenso ist der Bremsmodulator 20 bei allen Varianten in die erste Steuereinrichtung 13 integriert.

Zweckmäßig ist das Bremssteuerungssystem 45 mit einem dynamischen System zur Fahrzeugstabilisierung ausgestattet. Ein derartiges Stabilisierungssystem ist beispielsweise ein Antiblockiersystem (ABS), eine Antischlupfregelung (ASR) oder ein sogenanntes ESP-System. Ebenso kann ein elektronisches Allrad-System zur Fahrzeugstabilisierung beitragen.

Die hierarchische Struktur des Bremssteuerungssystems 45 ermöglicht es nun, radspezifische Komponenten eines derartigen Stabilisierungssystems in den Achsmodulatoren 21, 22 anzuordnen oder zu realisieren. In entsprechender Weise können dann achsspezifische und/oder fahrzeugspezifische Komponenten dieser Stabilisierungssysteme im Bremsmodulator 20 angeordnet bzw. realisiert sein. Des weiteren können die Radmodulatoren 23 bis 26 lokale Regelkreise aufweisen, die sich in der Ebene des jeweiligen Rads 4 bis 7 abspielen.

Grundsätzlich kann die zweite Steuereinrichtung 18 identisch zur ersten Steuereinrichtung 13 aufgebaut sein, um diese im Notfall vollständig ersetzen zu können. Der Betrieb des Fahrzeugs 1 erfährt dann bei Ausfall der ersten Steuereinrichtung 13 keinerlei Einschränkungen. Dementsprechend enthält auch die zweite Steuereinrichtung 18 einen Bremsmodulator 20' und zwei Achsmodulatoren 21' bzw. 22'. Im Unterschied dazu ist es auch möglich, der zweiten Steuereinrichtung 18 eine im Vergleich zur ersten Steuereinrichtung 13 reduzierte Funktionalität zuzuordnen, wodurch die in der Regel nicht benötigte, zweite Steuereinrichtung 18 preiswerter hergestellt werden kann.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 7 wird die Betriebssicherheit des redundanten Bremssteuerungssystems 45 erfindungsgemäß dadurch erhöht, dass von den beiden vorderen Steuerleitungen 14, 15 die zur Betätigung derjenigen Bremsaggregate 9, 10 vorgesehen sind, die der Vorderachse 2 zugeordnet sind, zumindest die eine oder erste, hier die linke Steuerleitung 14 mit der ersten zentralen Steuereinrichtung 13 verbunden ist. Im Unterschied dazu ist von den beiden hinteren Steuerleitungen 16, 17, die zur Betätigung derjenigen Bremsaggregate 11, 12 dienen, die der Hinterachse 3 zugeordnet

sind, zumindest die eine oder erste, hier die rechte Steuerleitung 17 mit der zweiten zentralen Steuereinrichtung 18 verbunden. Des Weiteren ist bei den Ausführungsformen der Fig. 1 bis 3 von den vorderen Steuerleitungen 14, 15 die andere oder zweite, also hier die rechte Steuerleitung 15, mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbunden, während von den beiden hinteren Steuerleitungen 16, 17 die andere oder zweite, also hier die linke Steuerleitung 16 mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden ist. Auf diese Weise sind automatisch die Bremsaggregate 9, 10 der Vorderachse 2 und die Bremsaggregate 11, 12 der Hinterachse 3 mit beiden Steuereinrichtungen 13, 18 über separate Steuerleitungen 14 bis 17 verbunden.

Im Bereich der einzelnen Achsen 2, 3 wird dann eine redundante Verschaltung realisiert. Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 sind dazu die beiden vorderen Steuerleitungen 14, 15 jeweils mit beiden Radmodulatoren 23, 24 verbunden, wozu von der jeweiligen Steuerleitung 14, 15 eine entsprechende Hilfsleitung 14' bzw. 15' abzweigt. Entsprechendes erfolgt hier auch an der Hinterachse 3, so dass die linke hintere Steuerleitung 16 mit dem hinteren linken Radmodulator 25 und über eine Hilfssteuerleitung 16' mit dem hinteren rechten Radmodulator 26 verbunden ist. Ebenso ist die hintere rechte Steuerleitung 17 direkt mit dem hinteren rechten Radmodulator 26 und indirekt über eine Hilfssteuerleitung 17' mit dem hinteren linken Radmodulator 25 verbunden. Dabei ist klar, dass die jeweilige Steuereinrichtung 13, 18 letztlich codierte Radbremsbefehle für alle Fahrzeugräder 4 bis 7 aussendet, so dass bei Ausfall einer der Steuereinrichtungen 13, 18 über die gebildete Vernetzung die von der verbleibenden Steuereinrichtung 13 bzw. 18 erzeugten Radbremsbefehle stets den jeweiligen Radmodulator 23 bis 26 erreichen.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 2 wird die redundante Verschaltung im Bereich der Achsen 2, 3 dadurch erzielt, dass zum einen bei jeder Achse 2, 3 die beiden Steuerleitungen 14, 15 bzw. 16, 17 den einen Radmodulator 23 oder 25 mit der ersten Steuereinrichtung 13 und den anderen Radmodulator 24 oder 26 mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbinden. Zum anderen ist an jeder Achse 2, 3 eine Kopplungsleitung 35 bzw. 36 vorgesehen, welche die beiden Radmodulatoren 23 und 24 bzw. 25 und 26 der jeweiligen Achse 2, 3 miteinander verbindet. Diese Kopplungsleitungen 35, 36 sind dabei so ausgestaltet bzw. geschaltet, dass sie die über die eine Steuerleitung 14 oder 15 bzw. 16 oder 17 dem einen Radmodulator 23 oder 24 bzw. 25 oder 26 zugeführten Signale an den jeweils anderen Radmodulator 24 oder 23 bzw. 26 oder 25 derselben Achse 2, 3 durchleiten. Somit wird auch hier eine Vernetzung geschaffen, die es ermöglicht, bei Ausfall einer der Steuereinrichtungen 13, 18 über die Vernetzung im Bereich der Achsen 2, 3 die Bremsaggregate 9 bis 12 mit der verbleibenden Steuereinrichtung 13, 18 zu erreichen. Mit Hilfe einer derartigen Vernetzung im Bereich der Achsen 2, 3 ist es grundsätzlich auch möglich, die erste, zum Beispiel die linke vordere Steuerleitung 14 mit der ersten Steuereinrichtung 13 und die erste bzw. rechte hintere Steuerleitung 17 mit der zweiten Steuereinrichtung 18 zu verbinden und im übrigen die zweite bzw. rechte vordere Steuerleitung 15 mit der zweiten bzw. linken hinteren Steuerleitung 16 zu verbinden. Auf diese Weise wird auch hier eine Vernetzung geschaffen, die es bei Ausfall einer der beiden Steuereinrichtungen 13, 18 ermöglicht, alle Radmodulatoren 23 bis 26 mit den Steuerbefehlen der verbleibenden Steuereinrichtung 13, 18 einzeln zu erreichen.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 7 sind die Achsmodulatoren 21 und 22 jeweils an oder nahe an der zugehörigen Achse 2 bzw. 3 angeordnet. Die Achsmodulatoren 21, 22 sind

bei diesen Varianten somit bezüglich der Steuereinrichtungen 13, 18 dezentral angeordnet. Auf diese Weise kann ein vollständiges mechatronisches Achsmodul realisiert werden, das beispielsweise eine lokale ABS-Regelung der jeweiligen Achse 2, 3 ermöglicht.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 5 sind die Radmodulatoren 23 bis 26, die den Rädern 4 bis 7 derselben Achse 2 bzw. 3 zugeordnet sind, jeweils in den dieser Achse 2, 3 zugeordneten Achsmodulator 21 bzw. 22 integriert. Auf diese Weise können beispielsweise gemeinsam nutzbare Komponenten, wie zum Beispiel Netzgeräte, für beide Radmodulatoren 23 bis 26 derselben Achse 2, 3 verwendet werden. Demnach ermöglicht die Integration der Radmodulatoren 23 bis 26 in die Achsmodulatoren 21, 22 eine Einsparung an Hardware-Komponenten.

Neben der Anordnung bzw. Integration der Radmodulatoren 23 bis 26 an bzw. in den Bremsaggregaten 9 bis 12 bzw. in den Achsmodulatoren 21, 22, ist es grundsätzlich auch möglich, die Radmodulatoren 23, 26 in der jeweiligen zentralen Steuereinrichtung 13 bzw. 18 unterzubringen bzw. darin zu integrieren.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 5 sind beide vorderen Steuerleitungen 14, 15 mit dem vorderen Achsmodulator 21 verbunden, welcher der Vorderachse 2 zugeordnet ist. In entsprechender Weise sind auch die beiden hinteren Steuerleitungen 16, 17 mit dem hinteren Achsmodulator 22 verbunden, welcher der Hinterachse 3 zugeordnet ist. Dabei unterscheiden sich die Varianten der Fig. 3 bis 5 durch eine unterschiedliche Vernetzung der Achsmodulatoren 21, 22 mit den beiden Steuereinrichtungen 13, 18.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 3 ist die erste oder linke vordere Steuerleitung 14 mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden, während die zweite oder rechte vordere Steuerleitung 15 mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbunden ist. In entsprechender Weise ist die erste bzw. rechte hintere Steuerleitung 17 mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbunden, während die zweite bzw. linke hintere Steuerleitung 16 mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden ist. Mit anderen Worten, beide Steuereinrichtungen 13, 18 steuern beide Achsmodulatoren 21, 22 direkt an.

Bei der Ausführungsform gemäß Fig. 4 ist die erste, linke vordere Steuerleitung 14 wieder mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden, während die erste, rechte hintere Steuerleitung 17 wieder mit der zweiten Steuereinrichtung 18 verbunden ist. Dagegen sind die zweiten Steuerleitungen, also die rechte vordere Steuerleitung 15 und die linke hintere Steuerleitung 16 direkt miteinander verbunden. Die beiden Achsmodulatoren 21, 22 sind dabei so ausgestaltet, dass sie die über die jeweils erste Steuerleitung 14, 17 von der jeweiligen Steuereinrichtung 13, 18 zugeführten Signale über die zweiten Steuerleitungen 15, 16 an den jeweils anderen Achsmodulator 21, 22 durchleiten. Hierdurch wird bei einem reduzierten Verkabelungsaufwand ebenfalls eine Vernetzung geschaffen, die bei Ausfall einer der beiden Steuereinrichtungen 13, 18 die Ansteuerung aller Radmodulatoren 23 bis 26 bzw. aller Bremsaggregate 9 bis 12 ermöglicht.

Fig. 5 zeigt eine weitere alternative Ausgestaltungsform für die Vernetzung der Achsmodulatoren 21, 22 mit den Steuereinrichtungen 13, 18. Bei dieser Ausführungsform ist wieder die erste bzw. linke vordere Steuerleitung 14 mit der ersten Steuereinrichtung 13 verbunden, während die erste bzw. rechte hintere Steuerleitung 17 mit der zweiten Steuereinrichtung

verbunden ist. Darüber hinaus ist die erste vordere Steuerleitung 14 außerdem mit der zweiten, linken hinteren Steuerleitung 16 verbunden. In entsprechender Weise ist die erste hintere Steuerleitung 17 mit der zweiten, rechten vorderen Steuerleitung 15 verbunden. Auch hierdurch wird eine Vernetzung geschaffen, die es bei Ausfall einer der Steuereinrichtungen 13, 18 ermöglicht, mit der verbleibenden Steuereinrichtung 13, 18 sämtliche Bremsaggregate 9 bis 12 anzusteuern.

Die Fig. 6 und 7 zeigen nun Beispiele für eine zusätzliche Vernetzung im Bereich der jeweiligen Achsen 2, 3 für den Fall, dass die einzelnen Radmodulatoren 23 bis 26 nicht in die Achsmodulatoren 21, 22 integriert sind, sondern an bzw. in den Bremsaggregaten 9 bis 12 angeordnet sind. Bei diesen Ausführungsformen sind die Achsmodulatoren 21, 22 jeweils über zwei Achssteuerleitungen 37 bis 40 mit den beiden Radmodulatoren 23 bis 26 der zugehörigen Achse 2, 3 verbunden. Um nun im Bereich der jeweiligen Achse 2, 3 eine zusätzliche Vernetzung der Radmodulatoren 23 bis 26 zu schaffen, sind bei der Ausführungsform gemäß Fig. 6 beide Achssteuerleitungen 37, 38 bzw. 39, 40 jeweils mit beiden Radmodulatoren 23, 24 bzw. 25, 26 der zugehörigen Achse 2, 3 verbunden, was über entsprechende Hilfs- oder Abzweigungsleitungen 37' bis 40' realisiert wird.

Alternativ kann die Vernetzung der Radmodulatoren 23 bis 26 entsprechend der in Fig. 7 gezeigten Ausführungsform auch dadurch realisiert werden, dass einerseits die Achssteuerleitungen 37 bis 40 der Achsmodulatoren 21, 22 jeweils nur mit einem der Radmodulatoren 23 bis 26 verbunden sind. Zusätzlich sind andererseits die beiden Radmodulatoren 23, 24 bzw. 25, 26 der jeweiligen Achse 2, 3 über eine Kopplungsleitung 41 bzw. 42 miteinander verbunden. Die einzelnen Radmodulatoren

23 bis 26 sind dann so ausgestaltet, dass sie Signale, die ihnen über die zugehörige Ansteuerleitung 37 bis 40 zugeführt werden, über die jeweilige Kopplungsleitung 41, 42 dem jeweiligen anderen Radmodulator 23 bis 26 derselben Achse 2, 3 durchleiten.

Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 7 sind die Achsmodulatoren 21, 22 jeweils in einem Achssteuergerät 43 bzw. 44 untergebracht, das jeweils an oder nahe an der jeweiligen Achse 2 bzw. 3 angeordnet ist. Bei den Ausführungsformen der Fig. 3 bis 5 sind die Radmodulatoren 23 bis 26 in das der zugehörigen Achse 2, 3 zugeordnete Achssteuergerät 43 bzw. 44 integriert.

Um die hier dargestellten Vernetzungen ausbilden zu können, sind die einzelnen Steuerleitungen 14 bis 17 bzw. die einzelnen Achssteuerleitungen 37 bis 40 bzw. die einzelnen Kopplungsleitungen 35, 36 bzw. 41, 42 vorzugsweise jeweils als Bus ausgestaltet, so dass die einzelnen Steuerbefehle in dem so geschaffenen Netz als codierte Signale verschickt werden können.

Die in den Fig. 1 bis 7 gezeigten Varianten zur Vernetzung der Bremsaggregate 9 bis 12 mit den Steuereinrichtungen 13, 18 sind - soweit sinnvoll - beliebig kombinierbar, insbesondere sind die Vernetzungen in der Ebene der Achsen 2, 3 gemäß den Fig. 6 und 7 auch mit der Vernetzung in der Ebene der Steuereinrichtungen 13, 18 gemäß den Fig. 1 bis 5 kombinierbar.

Die erste Steuereinrichtung 13 und soweit vorhanden auch die zweite Steuereinrichtung 18 umfasst vorzugsweise radspezifische Komponenten eines Steer-by-Wire-Systems und kann außerdem so ausgestaltet sein, dass sie bei einem Bremsvorgang die

einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 in Abhängigkeit eines Bremsalgorithmus betätigt, der so ausgestaltet ist, dass er bei Vorliegen vorbestimmter Randbedingungen einen Eingriff in die Lenkung des Fahrzeugs ermöglicht. Ein derartiger Lenkeingriff ist beispielsweise bei einem dynamischen Fahrzeugstabilisierungssystem beabsichtigt, das in Fachkreisen mit ESP III bezeichnet wird. Bei dieser Ausgestaltung werden somit Teile eines derartigen Stabilisierungssystems bereits innerhalb der Steuereinrichtung 13, 18 mit geeigneten Komponenten des Steer-by-Wire-Systems verknüpft, was die Leistungsfähigkeit des Stabilisierungssystems erhöht und dessen Systempreis reduziert.

Besonders vorteilhaft ist auch eine Ausgestaltung, bei welcher die erste Steuereinrichtung 13 und insbesondere auch die zweite Steuereinrichtung 18 bei einem Bremsvorgang einen Koordinationsalgorithmus abarbeitet, um eine zum Abbremsen des Fahrzeugs erforderliche Bremskraft in Abhängigkeit dieses Koordinationsalgorithmus auf die Betriebsbremse 8 und soweit vorhanden auf eine Motorbremse des Fahrzeugs 1 und soweit vorhanden auf einen Retarder des Fahrzeugs 1 zu verteilen. Zusätzlich kann auch vorgesehen sein, zur Verstärkung der Motorbremse ein ansteuerbares Getriebe zum Zurückschalten anzu steuern. Eine optimale Verteilung der Bremskraft auf die unterschiedlichen Bremssysteme des Fahrzeugs 1 reduziert den Verschleiß und den Energieverbrauch des Fahrzeugs 1. Beispielsweise können kleinere Bremsvorgänge ausschließlich mit dem Retarder oder ausschließlich mit der Motorbremse durchgeführt werden, die beide im Vergleich zur Betriebsbremse 8 verschleißfrei arbeiten.

Die erste Steuereinrichtung 13 und vorzugsweise auch die zweite Steuereinrichtung 18 arbeitet im Normalbetrieb mit einem Hauptbremsalgorithmus, der bei einem Bremsvorgang dafür

sorgt, dass die über die Betriebsbremse 8 zu erzielende Bremskraft in Abhängigkeit dieses Hauptbremsalgorithmus auf die einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 verteilt wird. Neben dem Hauptbremsalgorithmus kann die erste Steuereinrichtung 13 und insbesondere auch die zweite Steuereinrichtung 18 mit wenigstens einem Notbremsalgorithmus ausgestattet sein, der in einem Notbetrieb an die Stelle des Hauptbremsalgorithmus tritt. Dabei können für verschiedene Notbetriebsfälle verschiedene Notbremsalgorithmen vorgesehen sein. Ein derartiger Notbetrieb charakterisiert sich dabei durch den Ausfall wenigstens eines Bremsaggregats 9 bis 12. Für den jeweiligen Notbetriebsfall kann nun ein geeigneter Notbremsalgorithmus ermittelt oder ausgewählt werden, der dann zum Abbremsen des Fahrzeugs 1 die übrigen funktionsfähigen Bremsaggregate 9 bis 12 in Abhängigkeit des jeweiligen Notbremsalgorithmus ansteuert, wobei dieser Notbremsalgorithmus das jeweils ausgefallene Bremsaggregat 9 bis 12 bei der Verteilung der Bremskraft auf die übrigen funktionsfähigen Bremsaggregate 9 bis 12 berücksichtigt. Auf diese Weise kann in gewissen Grenzen auch bei Ausfall eines oder mehrerer Bremsaggregate 9 bis 12 ein vergleichsweise sicheres Abbremsen des Fahrzeugs 1 erreicht werden. Wesentlich für die Realisierung eines derartigen Sicherheitskonzepts ist bei vier Bremsaggregaten 9 bis 12 die Bereitstellung eines Vier-Kreis-Systems, was bei der Erfindung durch die separate Ansteuerbarkeit der einzelnen Bremsaggregate 9 bis 12 realisiert wird.

Patentansprüche

1. Bremssteuerungssystem für ein Fahrzeug, insbesondere Nutzfahrzeug,
 - wobei das Fahrzeug (1) wenigstens eine Vorderachse (2) mit zumindest einem linken Vorderrad (4) und zumindest einem rechten Vorderrad (5) aufweist,
 - wobei das Fahrzeug (1) wenigstens eine Hinterachse (3) mit zumindest einem linken Hinterrad (6) und zumindest einem rechten Hinterrad (7) aufweist,
 - wobei eine Betriebsbremse (8) zum Abbremsen der Räder (4 bis 7) des Fahrzeugs (1) vorgesehen ist,dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Betriebsbremse (8) ausgestattet ist
 - mit wenigstens einem elektronisch ansteuerbaren vorderen linken Bremsaggregat (9) zur Bremsbetätigung des wenigstens einen linken Vorderrads (4),
 - mit wenigstens einem elektronisch ansteuerbaren vorderen rechten Bremsaggregat (10) zur Bremsbetätigung des wenigstens einen rechten Vorderrads (5),
 - mit wenigstens einem elektronisch ansteuerbaren hinteren linken Bremsaggregat (11) zur Bremsbetätigung des wenigstens einen linken Hinterrads (6),
 - mit wenigstens einem elektronisch ansteuerbaren hinteren rechten Bremsaggregat (12) zur Bremsbetätigung des wenigstens einen rechten Hinterrads (7),

- dass eine erste zentrale Steuereinrichtung (13) vorgesehen ist, die über wenigstens eine Steuerleitung (14 bis 17) mit den Bremsaggregaten (9 bis 12) so verbunden ist, dass sie die Bremsaggregate (9 bis 12) unabhängig voneinander ansteuern kann,
- dass eine zweite zentrale Steuereinrichtung (18) vorgesehen ist, die mit der ersten Steuereinrichtung (13) und/oder mit der wenigstens einen Steuerleitung (14 bis 17) verbunden und redundant zur ersten Steuereinrichtung (13) geschaltet ist,
- dass zwei vordere Steuerleitungen (14, 15) zur Betätigung der der Vorderachse (2) zugeordneten Bremsaggregate (9, 10) vorgesehen sind, von denen zumindest die erste Steuerleitung (14) mit der ersten Steuereinrichtung (13) verbunden ist,
- dass zwei hintere Steuerleitungen (16, 17) zur Betätigung der der Hinterachse (3) zugeordneten Bremsaggregate (11, 12) vorgesehen sind, von denen zumindest die erste Steuerleitung (17) mit der zweiten Steuereinrichtung (18) verbunden ist.

2. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet,

- dass ein Bremsmodulator (20) vorgesehen ist, der aus fahrdynamischen Vorgabewerten für jede Achse (2, 3) einen Achsbremsbefehl ermittelt,
- dass für jede Achse (2, 3) ein Achsmodulator (21, 22) vorgesehen ist, der aus dem zugehörigen Achsbremsbefehl für jedes Rad (4 bis 7) einen Radbremsbefehl ermittelt,
- dass für jedes Rad (4 bis 7) ein Radmodulator (23 bis 26) vorgesehen ist, der aus dem zugehörigen Radbremsbefehl für einen Bremsaktuators (27 bis 30) des zuge-

ordneten Bremsaggregats (9 bis 12) ein Betätigungssignal ermittelt.

3. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens ein dynamisches System zur Fahrzeugstabilisierung vorgesehen ist, dessen radspezifische Komponenten in den Achsmodulatoren (21, 22) angeordnet sind und dessen achsspezifische und/oder fahrzeugspezifische Komponenten im Bremsmodulator (20) angeordnet sind.
4. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 2 oder 3, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Radmodulatoren (23 bis 26) in das zugehörige Bremsaggregat (9 bis 12) integriert sind, oder
 - dass die den Rädern (4 bis 7) derselben Achse (2, 3) zugeordneten Radmodulatoren (23 bis 26) jeweils in den dieser Achse (2, 3) zugeordneten Achsmodulator (21, 22) integriert sind, oder
 - dass die Radmodulatoren (23 bis 26) in den Bremsmodulator (20) integriert sind.
5. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 2 bis 4, dadurch gekennzeichnet,
 - dass der Bremsmodulator (20) in die erste zentrale Steuereinrichtung (13) integriert ist, und/oder
 - dass die Achsmodulatoren (21, 22) jeweils an oder nahe an der zugehörigen Achse (2, 3) angeordnet sind.
6. Bremssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass die erste Steuereinrichtung (13) und die zweite Steuereinrichtung (18) identisch aufgebaut sind.

7. Bremssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die zweite vordere Steuerleitung (15) mit der zweiten Steuereinrichtung (18) und die zweite hintere Steuerleitung (16) mit der ersten Steuereinrichtung (13) verbunden ist, oder
 - dass die zweite vordere Steuerleitung (15) mit der zweiten hinteren Steuerleitung (16) verbunden ist.
8. Bremssteuerungssystem zumindest nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
 - dass bei wenigstens einer Achse (2, 3) die erste Steuerleitung (14, 17) mit dem Radmodulator (23, 26) des einen Bremsaggregats (9, 12) und die zweite Steuerleitung (15, 16) mit dem Radmodulator (24, 25) des anderen Bremsaggregats (10, 11) verbunden ist,
 - dass bei dieser Achse (2, 3) der eine Radmodulator (23, 26) über eine Kopplungsleitung (35, 16) mit dem anderen Radmodulator (24, 25) verbunden ist und die über die eine Steuerleitung (14, 17) dem einen Radmodulator (23, 26) zugeführten Signale an den anderen Radmodulator (24, 25) durchleitet.
9. Bremssteuerungssystem zumindest nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,

dass bei wenigstens einer Achse (2, 3) beide Steuerleitungen (14 bis 17) mit den beiden Radmodulatoren (23 bis 26) der beiden Bremsaggregate (9 bis 12) verbunden sind.
10. Bremssteuerungssystem zumindest nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet,
 - dass die Achsmodulatoren (21, 22) an oder nahe an der jeweils zugeordneten Achse (2, 3) angeordnet sind,

- dass die beiden vorderen Steuerleitungen (14, 15) mit dem der Vorderachse (2) zugeordneten vorderen Achsmodulator (21) und die beiden hinteren Steuerleitungen (16, 17) mit dem der Hinterachse (3) zugeordneten hinteren Achsmodulator (22) verbunden sind.
11. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 10,
dadurch gekennzeichnet,
dass die zweite vordere Steuerleitung (15) mit der zweiten hinteren Steuerleitung (16) verbunden ist und die über die jeweilige erste Steuerleitung (14, 17) dem einen Achsmodulator (21, 22) zugeführten Signale an den anderen Achsmodulator (22, 21) durchleitet.
12. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 11,
dadurch gekennzeichnet,
- dass die zweite vordere Steuerleitung (15) mit der zweiten Steuereinrichtung (18) indirekt über die erste hintere Steuerleitung (17) oder direkt verbunden ist,
- dass die zweite hintere Steuerleitung (16) mit der ersten Steuereinrichtung (13) indirekt über die erste vordere Steuerleitung (14) oder direkt verbunden ist.
13. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 12,
dadurch gekennzeichnet,
- dass beide vorderen Steuerleitungen (14, 15) den vorderen Achsmodulator (21) redundant mit der ersten Steuereinrichtung (13) und/oder mit der zweiten Steuereinrichtung (18) verbinden,
- dass beide hinteren Steuerleitungen (16, 17) den hinteren Achsmodulator (22) redundant mit der ersten Steuereinrichtung (13) und/oder mit der zweiten Steuereinrichtung (18) verbinden.

14. Bremssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
- dass zumindest bei einer der Achsen (2, 3) der zugehörige Achsmodulator (21, 22) über zwei Achssteuerleitungen (37 bis 40) mit den beiden Radmodulatoren (23 bis 26) der beiden Bremsaggregate (9 bis 12) dieser Achse (2, 3) verbunden sind,
- dass beide Achssteuerleitungen (37 bis 40) mit beiden Radmodulatoren (23 bis 26) dieser Achse (2, 3) verbunden sind.
15. Bremssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 10 bis 13,
dadurch gekennzeichnet,
- dass zumindest bei einer der Achsen (2, 3) der zugehörige Achsmodulator (21, 22) über zwei Ansteuerleitungen (37 bis 40) mit den beiden Radmodulatoren (23 bis 26) der beiden Bremsaggregate (9 bis 12) dieser Achse (2, 3) verbunden sind,
- dass beide Achssteuerleitungen (37 bis 40) jeweils nur mit einem der Radmodulatoren (23 bis 26) verbunden sind,
- dass der eine Radmodulator (23, 25) mit dem anderen Radmodulator (24, 26) verbunden ist und die über die eine Achssteuerleitung (37 bis 40) dem einen Radmodulator (23, 25) zugeführten Signale an den anderen Radmodulator (24, 26) durchleitet.
16. Bremssteuerungssystem zumindest nach Anspruch 2,
dadurch gekennzeichnet,
dass zumindest einer der Achsen (2, 3) ein Achssteuergesetz (43, 44) zugeordnet ist, das an oder nahe an der je-

weiligen Achse (2, 3) angeordnet ist und den zugehörigen Achsmodulator (21, 22) enthält.

17. Bremssteuerungssystem nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Radmodulatoren (23, 26) dieser Achse (2, 3) in das jeweilige Achssteuergerät (43, 44) und/oder in den zugehörigen Achsmodulator (21, 22) integriert sind.
18. Bremssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass jede Steuerleitung (14, 17) und/oder jede Achssteuerleitung (37 bis 40) und/oder jede Kopplungsleitung (35, 36, 41, 42) als Bus ausgestaltet ist.
19. Bremssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die erste Steuereinrichtung (13) radspezifische Komponenten eines Steer-by-Wire-Systems umfasst und die Bremsaggregate (9 bis 12) in Abhängigkeit eines Bremsalgorithmus betätigt, der bei Vorliegen vorbestimmter Randbedingungen einen Eingriff in die Lenkung des Fahrzeugs (1) ermöglicht.
20. Bremssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass zumindest die erste Steuereinrichtung (13) bei einem Bremsvorgang die zum Abbremsen des Fahrzeugs (1) erforderliche Bremskraft in Abhängigkeit eines Koordinationsalgorithmus auf die Betriebsbremse (8) und/oder eine Motorbremse und/oder einen Retarder des Fahrzeugs (1) verteilt.
21. Bremssteuerungssystem nach einem der Ansprüche 1 bis 20,

dadurch gekennzeichnet,

- dass zumindest die erste Steuereinrichtung (13) im Normalbetrieb die Bremsaggregate (9 bis 12) in Abhängigkeit eines Hauptbremsalgorithmus ansteuert,
- dass zumindest die erste Steuereinrichtung (13) in einem Notbetrieb bei Ausfall wenigstens eines Bremsaggregats (9 bis 12) die übrigen Bremsaggregate (9 bis 12) in Abhängigkeit eines das jeweils ausgefallene Bremsaggregat (9 bis 12) berücksichtigenden Notbremsalgorithmus ansteuert.

1 / 4

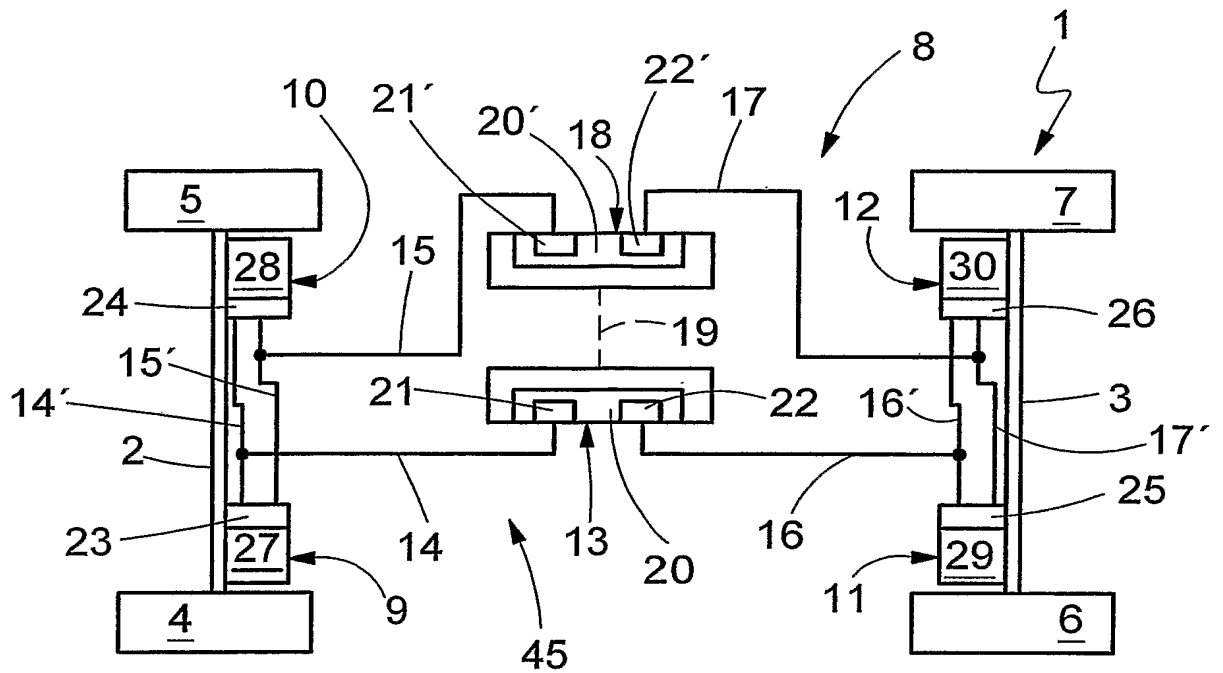


Fig.1

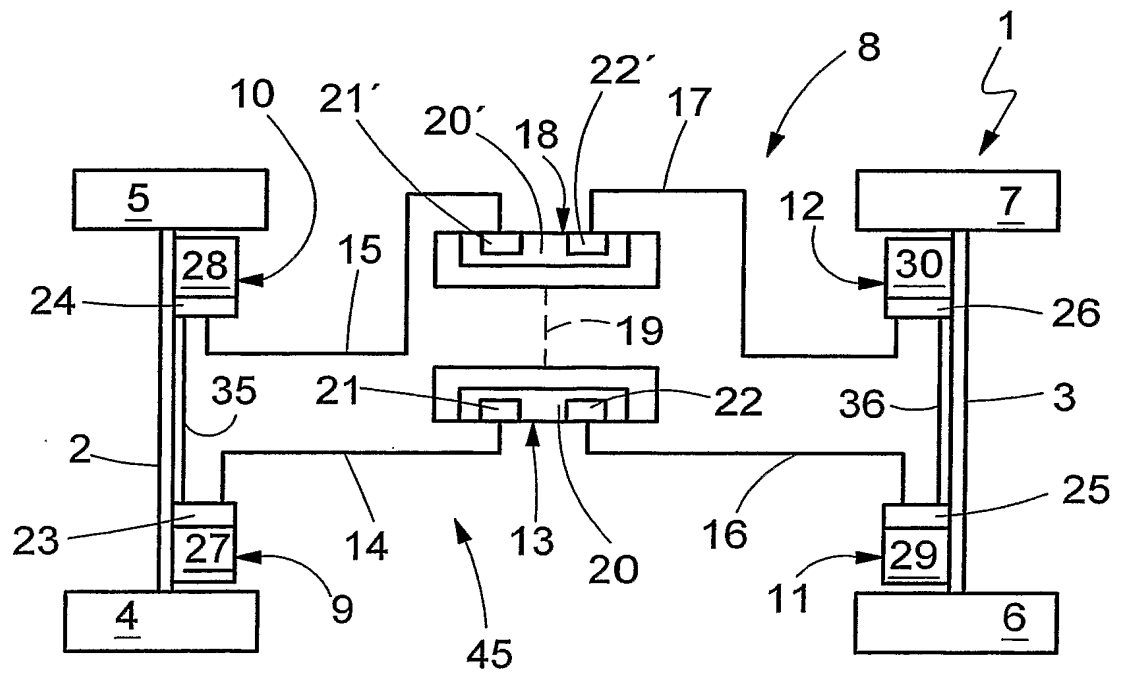


Fig.2

2 / 4

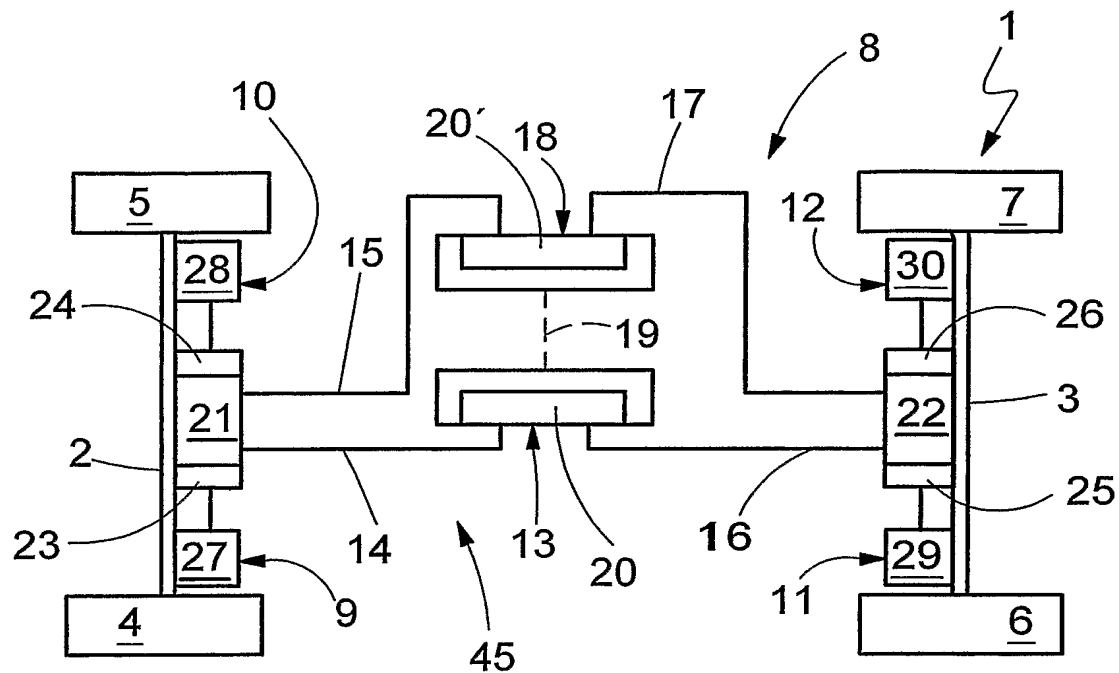


Fig.3

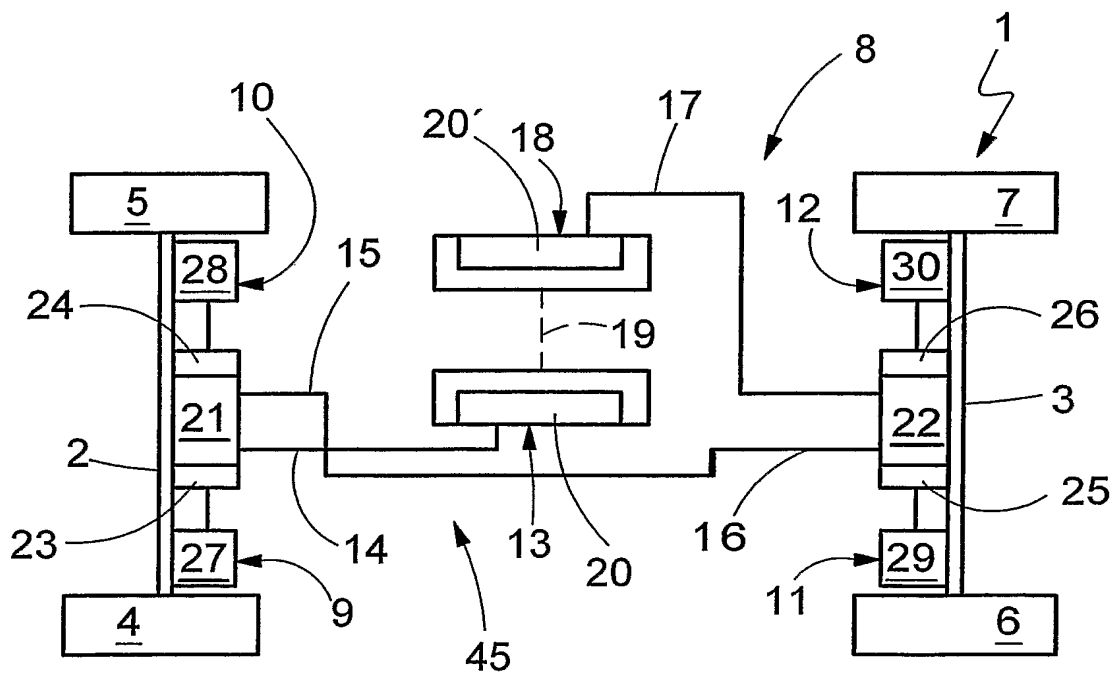


Fig.4

3/4

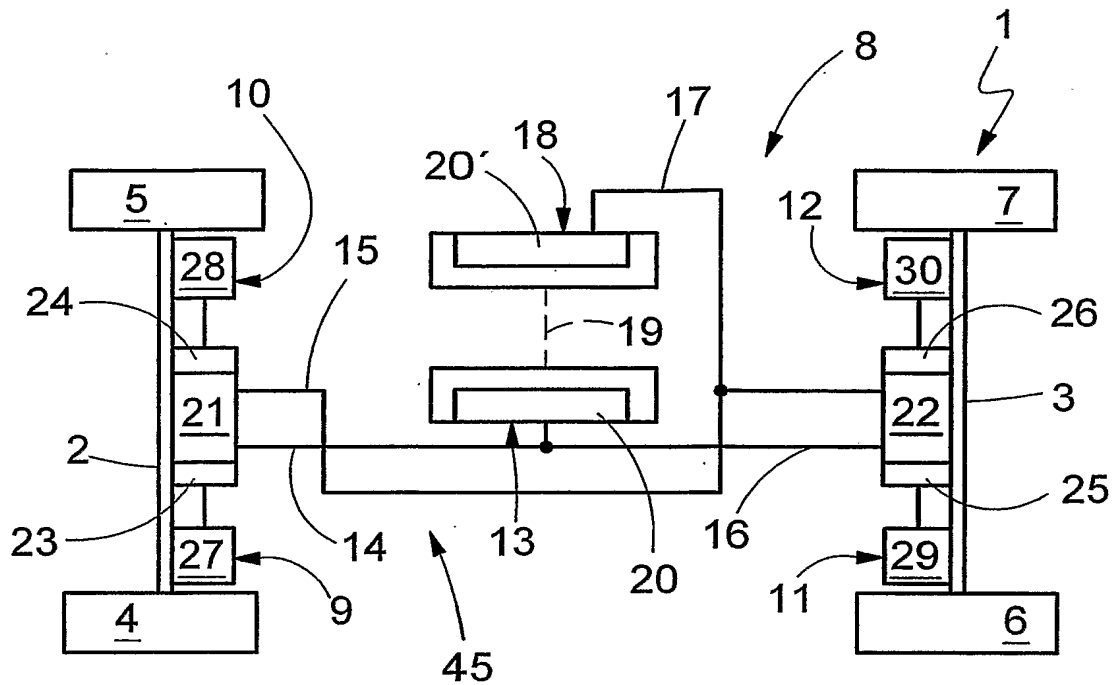


Fig.5

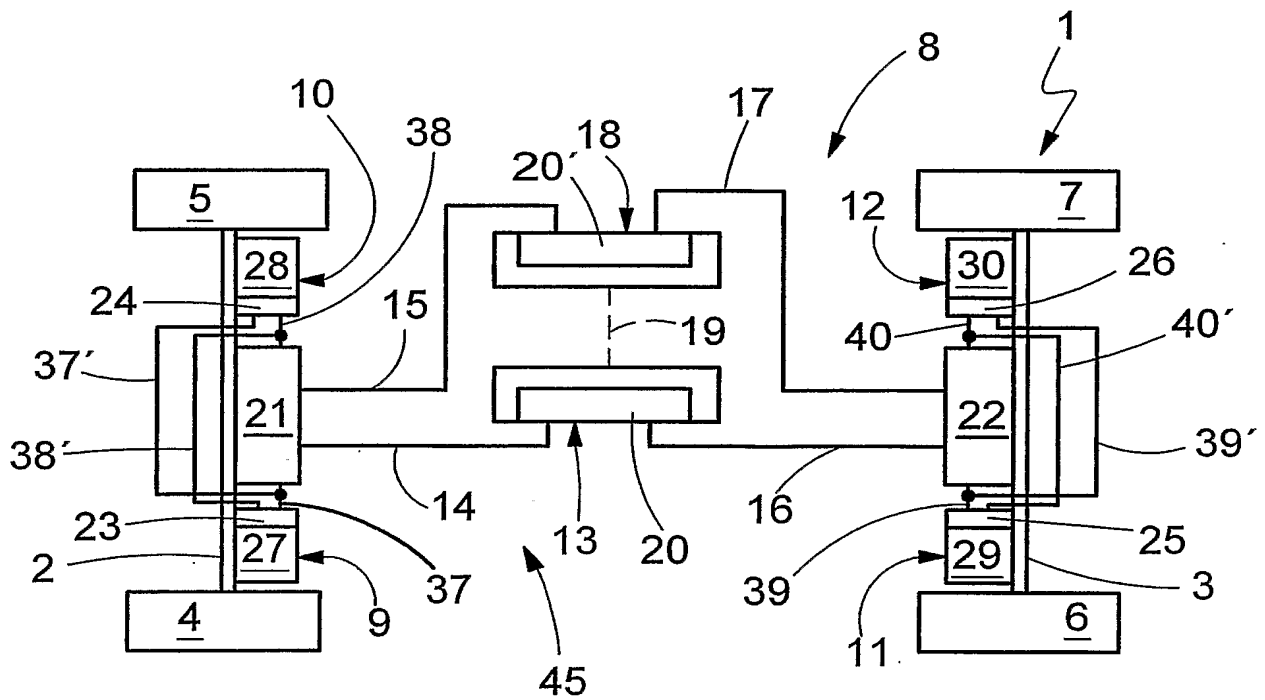


Fig.6

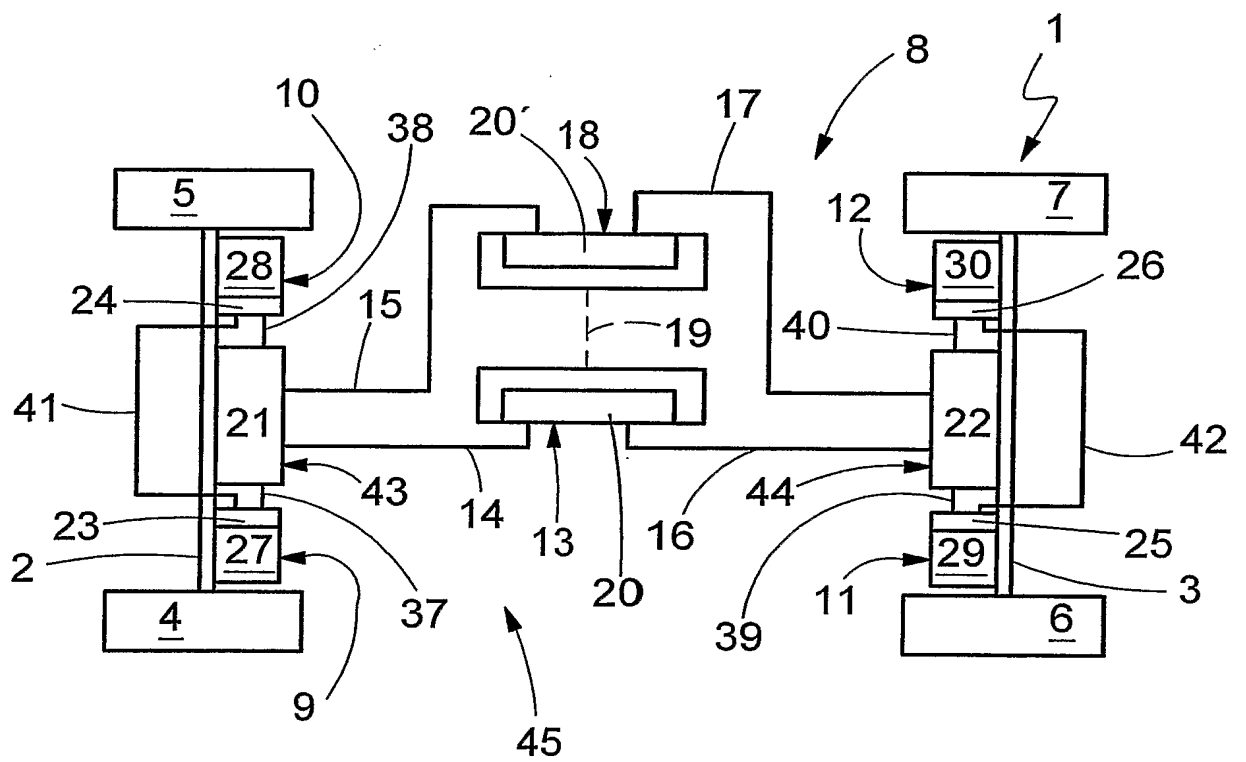


Fig.7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/001871

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

IPC 7 B60T8/32 B60T8/88 B60T13/74

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B60T

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 832 800 A (WABCO GMBH & CO. OHG) 1 April 1998 (1998-04-01) column 2, line 41 - column 4, line 8 column 6, line 38 - column 7, line 56 column 8, line 43 - column 9, line 22 column 13, line 11 - column 13, line 17; figure 1	1-14, 16-18, 20
Y		15
X	EP 1 231 121 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 14 August 2002 (2002-08-14) column 2, line 30 - column 2, line 38 column 3, line 20 - column 4, line 57; figures 1, 2	1-14, 16-18, 21
	----- -/-	

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

° Special categories of cited documents :

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 June 2005

Date of mailing of the international search report

28/06/2005

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Marx, W

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/001871

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category °	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 101 18 263 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 17 October 2002 (2002-10-17) column 2, line 39 - column 4, line 66; figure -----	1-6, 9, 10, 14, 16-20
Y	DE 195 21 175 C1 (CONTINENTAL AKTIENGESELLSCHAFT, 30165 HANNOVER, DE) 11 July 1996 (1996-07-11) column 3, line 23 - column 3, line 48; figure -----	15
A	DE 198 32 167 A1 (ITT MFG. ENTERPRISES, INC., WILMINGTON, DEL., US) 27 May 1999 (1999-05-27) column 4, line 42 - column 6, line 8; figures 3, 4 -----	1-21
A	WO 01/44778 A (DELPHI TECHNOLOGIES, INC) 21 June 2001 (2001-06-21) figures -----	1-21

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

PCT/EP2005/001871

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
EP 0832800	A	01-04-1998	DE	19640148 A1		02-04-1998
			EP	0832800 A2		01-04-1998
EP 1231121	A	14-08-2002	EP	1231121 A2		14-08-2002
DE 10118263	A1	17-10-2002	WO	02083474 A2		24-10-2002
			EP	1379420 A2		14-01-2004
			JP	2004518583 T		24-06-2004
			US	2004015281 A1		22-01-2004
DE 19521175	C1	11-07-1996	DE	59608040 D1		06-12-2001
			EP	0747275 A2		11-12-1996
			ES	2165451 T3		16-03-2002
			US	5810454 A		22-09-1998
DE 19832167	A1	27-05-1999	DE	59808548 D1		03-07-2003
			WO	9926822 A1		03-06-1999
			EP	1032518 A1		06-09-2000
			JP	2001523619 T		27-11-2001
			US	6345225 B1		05-02-2002
WO 0144778	A	21-06-2001	DE	60011583 D1		22-07-2004
			DE	60011583 T2		04-11-2004
			EP	1161664 A1		12-12-2001
			WO	0144778 A1		21-06-2001
			US	2001032042 A1		18-10-2001

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2005/001871

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 B60T8/32 B60T8/88 B60T13/74

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B60T

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie ^o	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	EP 0 832 800 A (WABCO GMBH & CO. OHG) 1. April 1998 (1998-04-01) Spalte 2, Zeile 41 - Spalte 4, Zeile 8 Spalte 6, Zeile 38 - Spalte 7, Zeile 56 Spalte 8, Zeile 43 - Spalte 9, Zeile 22 Spalte 13, Zeile 11 - Spalte 13, Zeile 17; Abbildung 1	1-14, 16-18,20
Y		15
X	EP 1 231 121 A (SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT) 14. August 2002 (2002-08-14) Spalte 2, Zeile 30 - Spalte 2, Zeile 38 Spalte 3, Zeile 20 - Spalte 4, Zeile 57; Abbildungen 1,2	1-14, 16-18,21

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

^o Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

22. Juni 2005

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

28/06/2005

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde
Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Marx, W

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie°	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 101 18 263 A1 (ROBERT BOSCH GMBH) 17. Oktober 2002 (2002-10-17) Spalte 2, Zeile 39 - Spalte 4, Zeile 66; Abbildung -----	1-6, 9, 10, 14, 16-20
Y	DE 195 21 175 C1 (CONTINENTAL AKTIENGESELLSCHAFT, 30165 HANNOVER, DE) 11. Juli 1996 (1996-07-11) Spalte 3, Zeile 23 - Spalte 3, Zeile 48; Abbildung -----	15
A	DE 198 32 167 A1 (ITT MFG. ENTERPRISES, INC., WILMINGTON, DEL., US) 27. Mai 1999 (1999-05-27) Spalte 4, Zeile 42 - Spalte 6, Zeile 8; Abbildungen 3, 4 -----	1-21
A	WO 01/44778 A (DELPHI TECHNOLOGIES, INC) 21. Juni 2001 (2001-06-21) Abbildungen -----	1-21

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

PCT/EP2005/001871

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
EP 0832800	A	01-04-1998	DE 19640148 A1	02-04-1998
			EP 0832800 A2	01-04-1998
EP 1231121	A	14-08-2002	EP 1231121 A2	14-08-2002
DE 10118263	A1	17-10-2002	WO 02083474 A2	24-10-2002
			EP 1379420 A2	14-01-2004
			JP 2004518583 T	24-06-2004
			US 2004015281 A1	22-01-2004
DE 19521175	C1	11-07-1996	DE 59608040 D1	06-12-2001
			EP 0747275 A2	11-12-1996
			ES 2165451 T3	16-03-2002
			US 5810454 A	22-09-1998
DE 19832167	A1	27-05-1999	DE 59808548 D1	03-07-2003
			WO 9926822 A1	03-06-1999
			EP 1032518 A1	06-09-2000
			JP 2001523619 T	27-11-2001
			US 6345225 B1	05-02-2002
WO 0144778	A	21-06-2001	DE 60011583 D1	22-07-2004
			DE 60011583 T2	04-11-2004
			EP 1161664 A1	12-12-2001
			WO 0144778 A1	21-06-2001
			US 2001032042 A1	18-10-2001